

مدل سازی حرارتی یک بعدی رخنمون های سطحی، مثالی از کوه خامی و کوه میش

پژوهش نفت

سال بیستم
شماره ۶۱

صفحه ۸۶-۷۷، ۱۳۸۹

ارسلان زینلزاده*، نصراله افتخاری، مجتبی تولایی و جواد هنرمند
پژوهشگاه صنعت نفت، مرکز مطالعات اکتشاف و تولید
zeinalzadeha@ripi.ir

مقدمه

چین خوردگی همراه با بالا آمدگی و فرسایش لایه ها از جمله فرایندهای زمین شناسی هستند که موجب پیچیده شدن تاریخچه حرارتی^۱ لایه ها شده و ابهامات زیادی را در مطالعات اکتشافی منابع هیدروکربنی و بررسی تاریخچه پختگی^۲ و نفت زایی مواد آلی سبب می شوند.

این مطالعه با هدف بررسی تاثیر چین خوردگی، بالا آمدگی و فرسایش لایه ها بر فرایند نفت زایی در کوه خامی و کوه میش انجام شده و بدین منظور از روش مدل سازی حرارتی استفاده شده است. روش مدل سازی می تواند موجب کاهش هزینه های تحقیقاتی شده و علاوه بر آن در مدت زمان مناسب، نتایج مفیدی می دهد. لذا در سال های اخیر روش مدل سازی حرارتی مورد توجه بیشتری قرار گرفته است [۵-۱]. تاریخچه حرارتی و فرایند نفت زایی از سنگ منشأ، تحت تاثیر عامل های کمی و کیفی مختلفی قرار می گیرد. پیچیدگی و حجم زیاد محاسبه ها، استفاده از روش ها و نرم افزارهای مدل سازی حرارتی را اجتناب ناپذیر کرده است [۶].

منطقه مورد مطالعه، در زون چین خوردگی ساده اگرس واقع

شده است [۷ و ۸].

چکیده

در این مطالعه از روش های مدل سازی حوضه رسوبی برای مدل سازی حرارتی رخنمون سطحی سازندها استفاده شده است. رخنمون سازندها در کوه خامی و کوه میش مورد مطالعه قرار گرفته و در سه محل، ویژگی سازندها مانند سنگ شناسی، ضخامت، شیب و امتداد لایه ها اندازه گیری شده است. با استفاده از داده های به دست آمده قسمت های فرسایش یافته، بازسازی شده و برشی از کوه خامی و کوه میش در امتداد شمال شرق- جنوب غرب تهیه شده است. این برش به صورت داده های عددی وارد نرم افزار مدل سازی شده و مدل حرارتی و تاریخچه پختگی سازندها کژدمی و دیگر سازندها به دست آمده است.

این مطالعه نشان می دهد فرسایش، تاثیر زیادی بر میزان پختگی مواد آلی لایه ها در برش مورد مطالعه داشته است. فرسایش که منجر به کاهش عمق تدفین شده موجب پائین بودن دمای سازندها و کاهش نرخ واکنش های نفت زایی گردیده است.

واژه های کلیدی: مدل سازی حرارتی، مدل سازی یک بعدی، رخنمون سطحی، سازندها کژدمی، کوه میش، کوه خامی

1. Thermal History
2. Maturity History

موجب تشکیل زون چین خورده زاگرس شده است که در برگیرنده تاقدیس‌هایی با جهت یافتگی شمال غرب - جنوب شرق است [۹]. تعیین سن دقیق‌تر چین خوردگی با تفسیر داده‌های لرزه‌ای با دقت بالا و سن گذاری قسمت‌های مختلف سازند آغاچاری با استفاده از میکروپالیونتولوژی و مگنتواستراتی گرافی امکان پذیر است [۱۰].

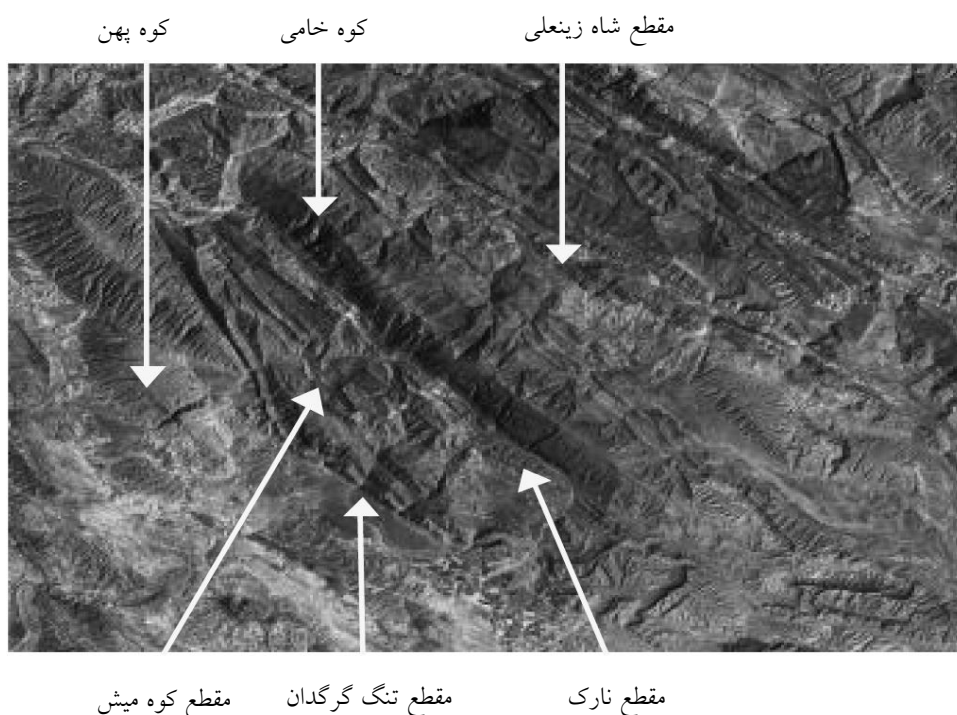
سنگ منشاء اصلی نفت در ناحیه کوه خامی و کوه میش، سازند کژدمی و سنگ منشاء فرعی، سازند پابده معرفی شده است [۱۱-۱۳]. کوه خامی و کوه میش در برگیرنده رخنمون سازندهای گروه خامی، گروه بنگستان، سازندهای پابده-گورپی و سازند آسماری است.

برش^۱ زمین‌شناسی کوه خامی و کوه میش، شامل تاقدیس‌های کوه خامی، کوه میش و همچنین ناودیدی بین دو تاقدیس است (شکل ۲). این برش در امتداد شمال شرق - جنوب غرب واقع شده است. این امتداد عمود بر راستای کشیدگی کوه خامی و میش است. این برش از نقشه زمین‌شناسی منطقه به دست آمده است [۱۴].

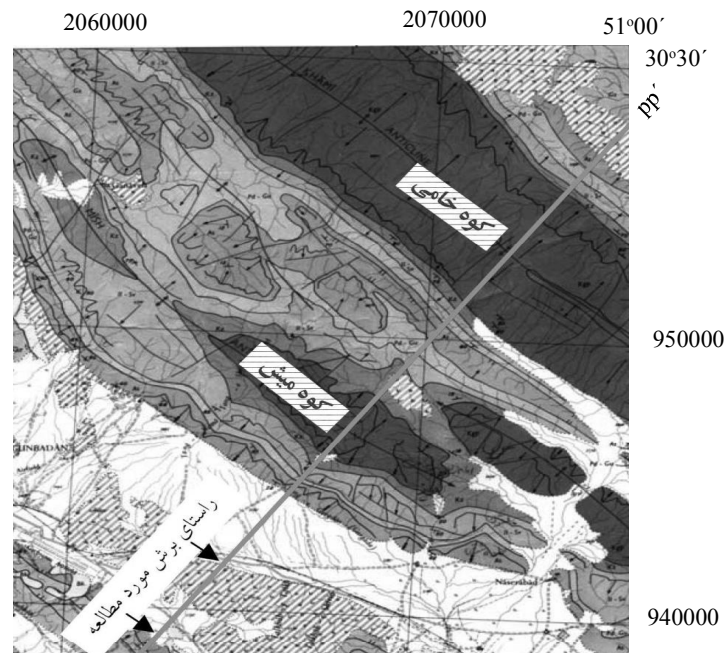
برای این مطالعه، سه رخنمون از سازندهای آسماری تا کژدمی در کوه میش و کوه خامی در ۱۵ کیلومتری شرق شهر گچساران مورد بررسی قرار گرفته است دو رخنمون در کوه میش، یکی در تنگ گرگدان و دیگری در جنوب روستای نارک و رخنمون سوم در ضلع شمال شرق کوه خامی و در شرق روستای شاه زینعلی واقع شده است. شکل ۱ موقعیت رخنمون‌های مورد مطالعه در عکس ماهواره‌ای را نشان می‌دهد.

زمین‌شناسی منطقه

حوضه زاگرس در شمال شرق پلیت عربی واقع شده است. مطالعه حسامی و همکارانش در ۲۰۰۱، زمان شروع چین خوردگی زاگرس را بعد از پایان ائوسن دانسته‌اند. چین خوردگی از زون فرورانش زاگرس شروع شده و به سمت جنوب غرب کشیده شده است. چین‌های نزدیک به زون چین خوردگی، قدیمی‌تر و بیشتر تحت تاثیر فرسایش واقع شده‌اند [۸]. فشردگی و تغییر شکل ایجاد شده در زاگرس، عمدتاً در زمان پلیوسن - الیگوسن رخ داده و



شکل ۱- عکس ماهواره‌ای از کوه خامی و میش، موقعیت رخنمون‌ها در عکس مشخص شده است



شکل ۲- نقشه زمین شناسی و راستای برش مورد مطالعه [۱۴].

مقطع نمونه سازند سروک هم در کوه بنگستان واقع در شمال باختری شهرستان بهبهان اندازه گیری شده است و مقطع نمونه آن شامل ۸۲۱/۵ متر آهک می باشد. سن سازند سروک، آلبین تا سنومانین و احتمالاً تورنین می باشد [۱۵]. در رخنمون های مورد مطالعه، سازندهای ایلام و سروک از آهک های صخره ساز خاکستری رنگ دانه ریز تشکیل شده است. سازند کژدمی در زیر سازند ایلام و سروک قرار دارد و شامل شیل های آمونیت دار تیره و آهک های تیره رسی می باشد. توپوگرافی طبیعی سازند کژدمی بیش از سازند پابده و گورپی تحت تاثیر عوامل فرسایشی قرار گرفته است به طوری که در اثر فرسایش، رسوبات رودخانه ای روی سازند مذکور را در منطقه مورد مطالعه پوشانده است. بیرون زدگی های سازند کژدمی را در ارتفاعات می توان مشاهده کرد.

مدل سازی حرارتی

از مدل سازی حرارتی برای ارزیابی فرایند نفت زایی سنگ منشأ استفاده می شود. فرایند زایش نفت، تحت کنترل عامل های مختلفی است. تاریخچه حرارتی تاثیر زیادی در فرایند نفت زایی دارد. مواد آلی با گذشت زمان، در مقابل حرارت، تغییرات غیرقابل برگشتی از خود نشان می دهند.

مقطع نمونه سازند آسماری، در تنگ گل ترش در یال جنوب غربی تاقدیس کوه آسماری می باشد که از ۳۱۴ متر سنگ آهک سخت به رنگ کرم تا قهوه ای هوازده تشکیل شده است. سن سازند آسماری، الیگوسن - میوسن پائینی است [۱۵].

نام سازند پابده از تنگ پابده در کوه گورپی اقتباس شده است. این سازند با ضخامت ۷۹۸ متر شامل رسوبات رسی است. سن سازند پابده در نواحی خوزستان، پالتوسن تا الیگوسن می باشد [۱۵].

مقطع نمونه سازند گورپی در تنگ پابده در یال جنوب غربی کوه گورپی، در شمال لالی و مسجد سلیمان معرفی شده است. مقطع نمونه، این سازند شامل ۳۲۰ متر مارن و شیل های خاکستری مایل به آبی و به صورت فرعی شامل لایه های نازک از آهک رسی است. سن سازند گورپی در خوزستان و فارس از سانتونین تا ماستریشین می باشد [۱۵].

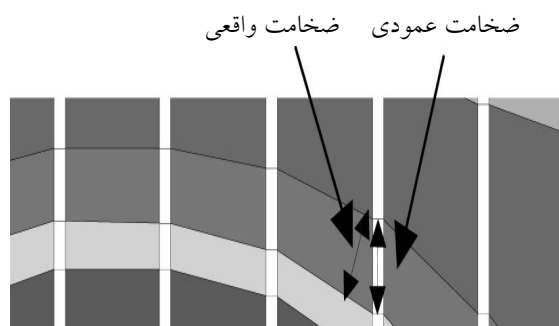
مقطع نمونه سازند ایلام در تنگ گراب، انتهای شمال غربی کبیرکوه اندازه گیری شده است که از ۱۹۰ متر طبقات منظم آهک خاکستری دانه ریز با طبقات نازک شیل تیره متورق تشکیل شده است. سن سازند ایلام، سانتونین تا کامپانین می باشد [۱۵].

در عملیات صحرائی، ابتدا برش‌های مختلف سازندها در کوه میش و کوه خامی مورد شناسایی قرار گرفت و بهترین برش‌ها برای مطالعه رخنمون سازند آسماری تا سازندهای گروه خامی، انتخاب شد. با انجام دو سری عملیات زمین‌شناسی سه رخنمون تنگ گرگدان، رخنمون روستای نارک و رخنمون روستای امام زاده شاه زینعلی مورد مطالعه قرار گرفته است. ضخامت لایه‌های آسماری، پابده-گورپی، ایلام-سروک اندازه‌گیری شد و ضخامت‌های به‌دست آمده به عنوان میزان فرسایش در قسمت‌هایی که این سازندها گسترش ندارند، لحاظ شده و برش زمین‌شناسی همراه با قسمت‌های فرسایش یافته بازسازی شد.

در این مطالعه، داده‌های زمین‌شناسی جمع‌آوری شده در عملیات صحرائی، عبارتند از: شیب و راستای لایه‌ها، ضخامت لایه‌ها و سنگ‌شناسی سازندها. داده‌های شیب زمین گرمایی از نقشه شیب زمین گرمایی زاگرس [۱۹] و عمق پی سنگ از نقشه عمق پی سنگ زاگرس به‌دست آمده است [۲۰].

از آنجا که در این مطالعه از نرم افزار مدل‌سازی یک بعدی استفاده شده و در نرم افزارهای یک بعدی داده‌ها به صورت چاه‌های مجزا وارد می‌شود. برش مورد مطالعه به شکل چاه‌های دروغین^۱ تقسیم‌بندی و در نرم‌افزار مدل‌سازی وارد شده است. نرم‌افزار، محاسبات مربوطه را در هر چاه انجام داده و با تطابق نتایج چاه‌ها می‌توان نتایج را در یک برش نمایش داد.

برای مدل‌سازی تاریخیچه تدفین، به جای ضخامت واقعی از ضخامت عمودی لایه‌ها استفاده می‌شود (شکل ۳).



شکل ۳- ضخامت واقعی و عمودی لایه‌ها.

از جمله میزان انعکاس ویترونیات با گذشت زمان و حرارت دیدن، افزایش می‌یابد. انعکاس ویترونیات به عنوان نشانگر تاریخیچه حرارتی استفاده می‌شود [۱۶].

دما مهمترین عامل کنترل‌کننده زایش نفت است. در دمای کمتر از ۵۰ درجه سانتیگراد، سنگ منشاء به مرحله زایش نفت نمی‌رسد [۱۶]. حتی اگر سنگ منشاء بسیار قدیمی و سن پالئوزوئیک داشته باشد. در مقابل در دمای بالای ۱۳۰ درجه سانتیگراد، پختگی خیلی سریع رخ می‌دهد. به عبارت دیگر در دمای بالا، زمان نقش کمتری در فرایند نفت‌زایی دارد و تنها در محدوده پنجره بین ۷۰ تا ۱۰۰ درجه سانتیگراد، زمان نقش عمده‌ای دارد [۱۷، ۱۸].

زایش نفت در حوضه‌های جوان در اعماق بیشتر و در حوضه‌های قدیمی در اعماق کمتر شروع می‌شود. این مطلب نشان می‌دهد که زمان (سن)، عامل دما (اثرات حرارت) را تغییر می‌دهد. زایش نفت با دما به صورت توانی و با زمان به صورت خطی تغییر می‌کند. با هر ۱۰ درجه سانتیگراد افزایش حرارت، نرخ واکنش‌های نفت‌زایی تقریباً دو برابر می‌شود. تناسب کمی بین زمان و دما در بطن مدل‌سازی حرارتی وجود دارد. زایش نفت یک جهته و برگشت ناپذیر است و با کاهش دما به حالت تعلیق در می‌آید مانند آنچه در بالا آمدگی سازندها رخ می‌دهد. تاریخیچه پختگی مواد آلی توسط مدل‌های حرارتی محاسبه می‌شود. سپس می‌توان مقادیر اندازه‌گیری شده و محاسبه شده را به منظور بررسی صحت بازسازی‌های دمایی و تدفین مورد مقایسه قرار داد.

روش مطالعه

در این مطالعه از روش مدل‌سازی حرارتی استفاده شده که از جمله روش‌های مورد استفاده شرکت‌های بزرگ نفتی برای بررسی سیستم‌های نفتی مناطق نفت‌خیز می‌باشد. در این بررسی از نرم‌افزار مدل‌سازی یک بعدی Winbury نسخه ۲/۸۲ استفاده شده و با انجام عملیات صحرائی، رخنمون سازندها مورد مطالعه قرار گرفت. با استفاده از داده‌های به‌دست آمده در عملیات صحرائی، میزان فرسایش در رخنمون‌ها مورد مطالعه قرار گرفت و داده‌های مورد نیاز برای بازسازی قسمت‌های فرسوده به‌دست آمد.

با لایه‌های ضخیم با زاویه ۶۸ درجه از دشت شمال شرق گچساران بیرون زدگی داشته و صخره‌های بلند را تشکیل داده است.



شکل ۴- ورودی تنگ گرگدان



شکل ۵- رخنمون قسمت بالایی سازند آسماری

در ادامه رخنمون، ضخامت سازندهای پابده و گورپی ۱۵۰ متر و سازند ایلام و سروک ۴۹۴ متر اندازه‌گیری شده است. در تنگ گرگدان سازند کژدمی به شدت فرسایش یافته (شکل ۶) و تنها در ارتفاعات قسمت‌هایی از سازند کژدمی رخنمون دارد. مقطع نمونه سازند کژدمی در این تنگ اندازه‌گیری شده و شامل ۲۱۰ متر شیل‌های تیره قیری بیتومن‌دار با آهک‌های تیره رسی می‌باشد [۱۵].



شکل ۶- دوره حاصل از فرسایش سازند کژدمی در مقطع تنگ گرگدان

لایه‌های چین‌خورده در این مطالعه مورد مدل سازی قرار گرفته است و چین‌خوردگی لایه‌ها موجب تغییر شیب لایه‌ها در طول زمان زمین شناسی شده است. بنابراین ضخامت عمودی این لایه‌ها در طول زمان زمین شناسی تغییر کرده است. تصحیح ضخامت عمودی لایه‌ها در زمان چین‌خوردگی لایه‌ها انجام شده است. به عبارت دیگر ضخامت وارد شده در نرم افزار به شکل ضخامت متغیر در گذر زمان زمین شناسی لحاظ شده (نرم‌افزار Winbury دارای این قابلیت است) و داده‌ها به شکل عددی در این نرم افزار وارد شده است. پس از انجام اصلاحات لازم، تاریخچه تدفین و تاریخچه حرارتی به دست آمد. در نرم افزارهای مدل‌ساز حوضه رسوبی، تصحیح فشردگی رسوبات انجام می‌شود و میزان ضخامت اولیه سازندها برحسب میزان تخلخل اولیه محاسبه می‌شود. داده‌های تخلخل اولیه به صورت پیش فرض در نرم افزار وجود دارد و از داده‌ها و روابط فشردگی Middleton و Falvey برای محاسبه تغییرات تخلخل و فشردگی لایه‌ها استفاده شده است [۲۱].

رخنمون تنگ گرگدان

تنگ گرگدان در کوه میش در ۱۵ کیلومتری شهر گچساران واقع شده است. در این مطالعه، ابتدای ورودی تنگ گرگدان (گرگ دار یا گرگوه) نقطه شروع انتخاب شده است. در شکل ۱ می‌توان موقعیت رخنمون تنگ گرگدان را در نقشه زمین شناسی دید [۱۴].

در تنگ گرگدان، سازند آسماری با لایه‌های ضخیم و شکاف‌دار به رنگ کرم روشن بیرون‌زدگی دارد و صخره‌های بلند را تشکیل می‌دهد. سازند پابده و گورپی، از مارن و شیل‌های خاکستری مایل به آبی و سبز روشن تشکیل شده‌اند. فرسایش روی سازندهای پابده و گورپی بیش از سازندهای آهکی آسماری، ایلام و سروک تاثیر گذاشته است. مرز بین سازندهای پابده و گورپی و سازندهای صخره ساز آسماری و ایلام در بیشتر قسمت‌ها پوشیده از واریزه است.

ضخامت سازند آسماری در رخنمون مورد مطالعه ۴۴۶ متر می‌باشد. در شکل‌های ۴ و ۵ رخنمون قسمت بالایی سازند آسماری دیده می‌شود. در این محل سازند آسماری

رخنمون نارک

رخنمون نارک در ۲ کیلومتری شمال شرق تنگ گرگدان و در منطقه‌ای بین روستای جهادآباد و روستای نارک واقع شده و شامل سازندهای ایلام- سروک، پابده- گورپی و آسماری است (شکل ۸). در ابتدای این برش سازند سروک در مختصات جغرافیایی $30^{\circ} 22' 38'' N$ و $50^{\circ} 58' 31'' E$ واقع شده است. سازندهای ایلام و سروک با ضخامت ۱۹۶ متر از آهک‌های سخت خاکستری روشن تشکیل شده‌اند (شکل ۹). ضخامت سازند پابده- گورپی در این برش ۲۲۰ متر محاسبه شده و لیتولوژی آن شبیه تنگ گرگدان از شیل‌های مارنی خاکستری با تناوب لایه‌های نازک آهک رسی تشکیل شده است.



شکل ۸- رخنمون سازندها در تنگ نارک



شکل ۹- نازک لایه‌های سازندهای ایلام و سروک در مقطع نازک

اندازه‌گیری سازند آسماری در ادامه این برش به علت شیب توپوگرافی زیاد و وجود پرتگاه مقدور نیست، لذا در جنوب شرقی همین امتداد یعنی در قسمت شرقی مجاور روستای جهادآباد، سازند آسماری در مختصات جغرافیایی $30^{\circ} 22' 09'' N$ و $51^{\circ} 00' 05'' E$ مورد بررسی قرار گرفته است. سازند آسماری در این برش شبیه برش گرگدان

در این رخنمون سازند کژدمی روی سازند داریان قرار می‌گیرد که از آهک‌های سرشار از اربیتولین به رنگ خاکستری تا قهوه‌ای تشکیل شده است.

رخنمون امامزاده شاه زینعلی

این برش در یال شمال شرقی کوه خامی و در نزدیکی روستا و مقبره‌ای به نام امامزاده شاه زینعلی واقع شده است. این روستا بر روی سازند پابده و گورپی بنا شده و به دلیل شیلی - مارنی بودن این سازندها توپوگرافی مناسبی برای ایجاد بنای روستا ایجاد شده است که به وسیله دو آهک صخره‌ساز آسماری در شمال شرق و آهک سازندهای ایلام - سروک در جنوب غرب محاط شده است.

روند این رخنمون از شمال شرق به جنوب غرب می‌باشد که سازندهای آسماری، پابده- گورپی، ایلام- سروک را در برمی‌گیرد.

راه ورودی به روستا از تنگ حاصل از فرسایش سازند آسماری توسط آب‌های فصلی است. مختصات جغرافیایی ابتدای برش سازند آسماری با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب جغرافیایی^۱ در $30^{\circ} 26' 51'' N$ و $51^{\circ} 06' 43'' E$ ثبت شده است.

سازند آسماری شامل ۲۳۱ متر آهک صخره ساز سخت و برجسته به رنگ کرم تا قهوه‌ای هوازده می‌باشد. در ادامه برش، سازند پابده- گورپی شامل تناوبی از شیل‌های مارنی خاکستری با تناوبی از آهک‌های نازک لایه رسی به ضخامت ۴۹۲ متر اندازه‌گیری شده است (شکل ۷). سازند ایلام- سروک از آهک‌های سخت خاکستری روشن با لایه‌های ۵۰ تا ۱۰۰ سانتیمتری تشکیل شده است. ادامه این برش از واریزه‌های سازند کژدمی و سازندهای گروه خامی پوشیده شده است.



شکل ۷- سازند پابده در مقطع شاه زینعلی

1. Geographic Positioning System (GPS)

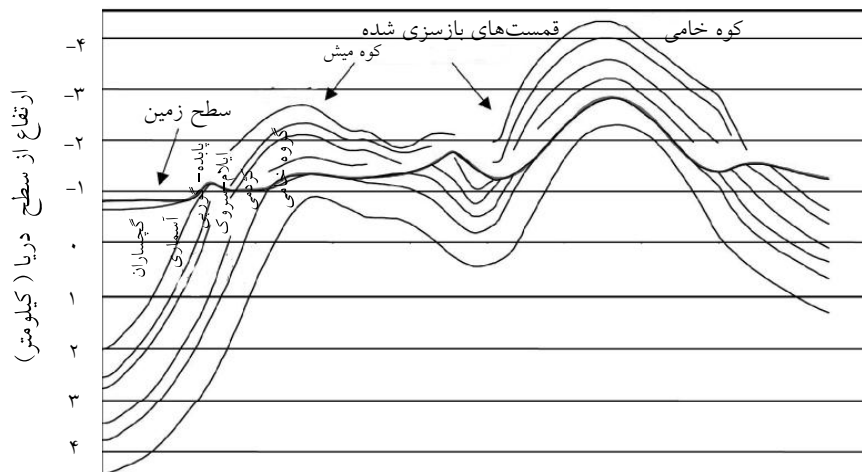
نتایج به دست آمده از مدل سازی به شکل دو برش همراه با میزان پختگی و میزان دمای محاسبه شده، نمایش داده شده است.

در برش مورد مطالعه، سازند گچساران در سمت چپ برش (شکل ۱۰) با ضخامت عمودی حدود ۲۶۰۰ متری موجب شده عمق تدفین سنگ منشأ کژدمی بیشتر از سایر قسمت های برش باشد. در ناودیس بین کوه های خامی و میش، در میانه برش، توالی رسوبی گروه خامی تا آسماری دیده می شود و به سمت کناره ها سازندها فرسایش یافته و گروه خامی رخنمون دارد. در تقادیس خامی سازندهای گروه خامی رخنمون داشته و در قسمت پایین یال ها، توالی رسوبی گروه خامی تا آسماری دیده می شود.

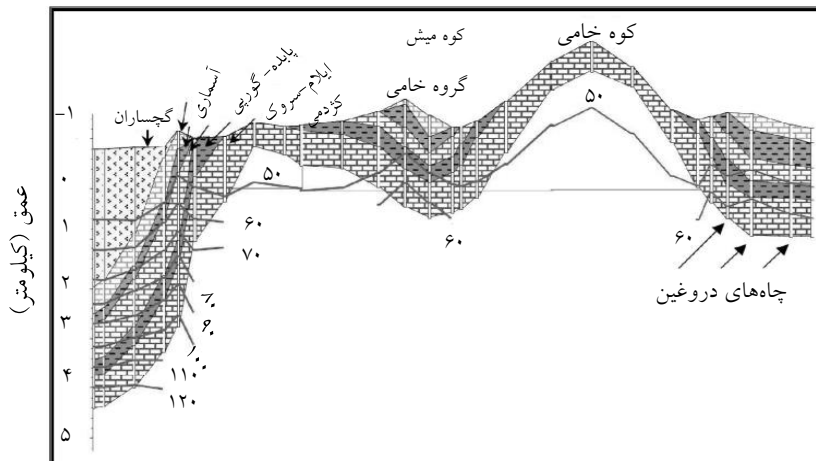
می باشد و از ۹۳ متر آهک سخت و به رنگ کرم تا قهوه ای هوا زده تشکیل شده است.

نتایج و بحث

در این مطالعه برای بررسی تدفین لایه ها در گذر زمان زمین شناسی با استفاده از نرم افزار مدل سازی، برشی شامل کوه خامی و کوه میش با استفاده از داده های عملیات صحرائی تهیه شده است. شکل ۱۰ برش مورد مطالعه را نشان می دهد که پس از رقومی کردن، اصلاحات لازم بر روی آن صورت گرفته و قسمت های فرسایش یافته با استفاده از اطلاعات به دست آمده در عملیات صحرائی، بازسازی شده است. داده ها در قالب چاه های دروغین در نرم افزار مدل سازی یک بعدی وارد شده (شکل ۱۱) و



شکل ۱۰- برش کوه خامی و کوه میش و قسمت های بازسازی شده



شکل ۱۱- برش زمین شناسی کوه خامی و کوه میش و خطوط هم دما برحسب درجه سانتیگراد

داشته‌اند، میزان پختگی سازندها کمتر است. در سمت چپ برش فرسایش لایه‌ای را حذف نکرده و سازند کژدمی با پختگی ۰/۷۰ درصد انعکاس و پترینایت در مرحله نفت‌زایی است. در تاقدیس‌های کوه خامی و کوه میش، فرسایش موجب کاهش عمق تدفین و دما شده و در نتیجه سازند کژدمی با پختگی کمتر از ۵۰ درصد انعکاس و پترینایت به پنجره نفت‌زایی نرسیده است. در ناودیس بین دو تاقدیس خامی و تاقدیس میش، افزایش میزان پختگی سازندها دیده می‌شود. سنگ منشأ پاینده در برش مورد مطالعه به مرحله نفت‌زایی نرسیده است.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه برای بررسی تدفین لایه‌ها در گذر زمان زمین‌شناسی از نرم افزار مدل‌سازی استفاده شده است. استفاده از روش‌های مدل‌سازی در مقایسه با روش‌های آزمایشگاهی موجب کاهش هزینه و مدت زمان مطالعه می‌شود.

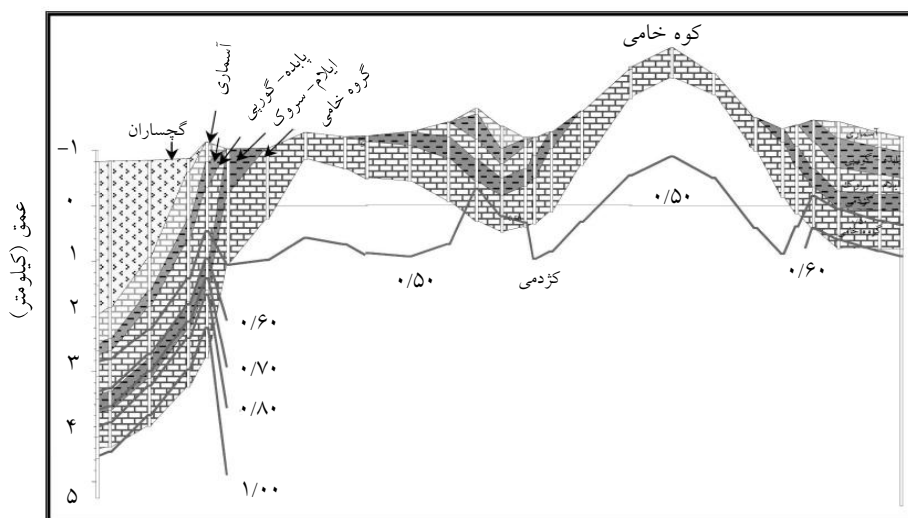
نتایج به‌دست آمده از این مطالعه، میزان پختگی و دمای سازندها را در برش کوه خامی و کوه میش نشان می‌دهد. همچنین این بررسی نشان می‌دهد:

در مناطقی که چاهی حفاری نشده، استفاده از چاه‌های دروغین برای مدل‌سازی حرارتی، روش مناسبی برای مطالعه مدل‌سازی حرارتی است. الگوی فرسایش لایه‌ها

برش مورد مطالعه همراه با دمای به‌دست آمده از مدل‌سازی در شکل ۱۱، دمای ناحیه‌ای سازندها را در زمان حال نشان می‌دهد. این دما با استفاده از داده‌های گرادیان حرارتی، نوع لیتولوژی لایه‌ها و سایر داده‌های وارد شده در نرم افزار محاسبه شده و نتیجه مدل‌سازی حرارتی یک بعدی در موقعیت چاه‌های دروغین است. گوشه سمت چپ این برش، تغییرات شدید دمایی را در فاصله‌ای کوتاه نشان می‌دهد به گونه‌ای که سازند کژدمی در دمای حدود ۱۱۰ درجه سانتیگراد قرار دارد. به سمت کوه میش، عمق تدفین و دمای این سازند کاهش می‌یابد و سازند کژدمی در دمای کمتر از ۵۰ درجه سانتیگراد قرار دارد. از آنجا که دما، از جمله مهمترین عامل‌های موثر در فرایند نفت‌زایی است. این الگوی دما در فرایند نفت‌زایی تاثیر گذاشته و تاثیر آن در میزان پختگی سازندها در شکل ۱۲ دیده می‌شود.

برش مورد مطالعه و خطوط هم‌پخت سازندها در شکل ۱۲ دیده می‌شود. میزان پختگی لایه‌ها در طول زمان زمین‌شناسی با استفاده از مدل‌سازی حرارتی یک بعدی به‌دست آمده است. در مدل حرارتی مقادیر فرسایش لایه‌ها در محاسبه میزان پختگی لحاظ شده است. در قسمت‌هایی که فرسایش کمتری رخ داده میزان پختگی سازندها بیشتر است. همانگونه که در شکل دیده می‌شود، در قسمت‌هایی که فرسایش موجب حذف سازندها شده به علت اینکه لایه‌ها عمق تدفین کمتری در تاریخچه زمین‌شناسی

کوه میش



شکل ۱۲- برش زمین‌شناسی کوه خامی و کوه میش و میزان پختگی به‌دست آمده از مدل‌سازی

سنگ منشأ کژدمی در یال جنوب غربی کوه میش در مرحله نفت زایی قرار گیرد.
سنگ منشأ پابده در برش مورد مطالعه به مرحله نفت زایی نرسیده است.

در تاقدیس های کوه میش و کوه خامی، اثر تعیین کننده ای بر میزان پختگی سنگ منشأ کژدمی گذاشته و سازند کژدمی در این تاقدیس ها به مرحله نفت زایی نرسیده است.
افزایش ضخامت محلی سازند گچساران موجب شده

منابع

- [1] Bordenave M.L. & Hegre J.A., "The influence of tectonics on the entrapment of oil in the Dezful Embayment", Zagros fold belt, Iran, *Jou. Pet. Geol.*, Vol. 28, No. 4, pp. 339-368, 2005.
- [2] Bordenave M.L., "The origin of the Permo-Triassic gas accumulations in the Iranian Zagros foldbelt and contiguous offshore areas: a review of the Paleozoic petroleum system", *Jou. of Pet. Geo.*, Vol. 31, No.1, pp. 3-42, 2008.
- [3] Rudkiewicz J.L., Sherkati S. & Letouzey J., "Evolution of Maturity in Northern Fars and in the Izeh Zone (Iranian Zagros) and Link with Hydrocarbon Prospectivity, In: Lacombe O.", Lave J., Roure F., Verges J., (Eds.), *Thrust Belts and Foreland Basins*, Springer, pp. 1-17, 2007.
- [4] Zamanzadeh S.M., Amini A. & Kamali M.R., "Burial History Reconstruction Using Late Diagenetic Products In The Early Permian Siliciclastics Of The Faraghan Formation", Southern Zagros, Iran, *Jou. Of Pet. Geo.*, Vol. 32, No.2, pp.171-192, 2009.
- [5] Memariani M., Kamali M.R. & Angajivand M., "Source rock assessment and geochemical processes involved in formation of heavy oil in Kuh-e-Mund", SW Iran, *GeoArabia*, Vol. 5, No.1, Abstract, pp. 142, 2000.
- [6] Hantschel T. & Kauerauf A., *Fundamentals of Basin and Petroleum Systems Modeling*, Springer, 2009.
- [7] Alavi M., "Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its proforeland evolution", *Ame. Jou. of Sci.*, Vol. 304, pp.1-20, January, 2004.
- [8] Alavi M., "Structures of the zagros fold-thrust belt in iran", *Ame. Jou. of Sci.*, Vol. 307, pp. 1064-1095, November, 2007.
- [8] Hessami K., Koyi H.A., Talbot C.J., Tabasi H. & Shabanian E., "Progressive unconformities within an evolving foreland fold-thrust belt, Zagros Mountains", *Jou. Geo. Soc.*, Vol. 158, No. 1, pp. 969-981, 2001.
- [9] Blanc E.J.P., Allen M.B., Inger S. & Hassani H., "Structural styles in the Zagros Simple Folded Zone", *Iran, Jou. of the Geo. Soc.*, Vol. 160, No. 3, pp. 401-412, 2003.
- [10] Humke S., Verges J., Garces M., Emami H. & Kakpuz R., "Magnetostratigraphy of Miocene-Pliocene Zagros foreland deposits in the front of the Push-e Kush Arc (Lurestan Province, Iran)", *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 225, No. 3-4, pp. 397-410, 2004.
- [11] Ala M.A., Kinghorn R.R.F. & Rahman M., "Organic geochemistry and source rock characteristics of the Zagros petroleum province", Southwest Iran, *Jou. Pet. Geo.*, Vol. 3, No. 1, pp. 61-89, 1980.
- [۱۲] مطیعی، همایون، زمین شناسی ایران: زمین شناسی نفت زاگرس، سازمان زمین شناسی کشور ۱۳۷۲.
- [13] Versfelt J.P.L., "Major hydrocarbon potential in Iran", in Downey M.W., Threet J.C., Morgan W.A., (Eds.), *Petroleum Provinces of the Twenty First Century*, AAPG Memoir 74, pp. 417-427, 2001.

- [14] Setudehnia J.T. & OB Perry J.T., "Gachsaran geological completion map", 1/100,000 series, Sheet No. 20841 E, 1966.
- [۱۵] مطیعی، همایون، 1372، زمین شناسی ایران: چینه شناسی زاگرس، سازمان زمین شناسی کشور.
- [16] Gretener P.E. & Curtis C.D., "Role of temperature and time on organic metamorphism", AAPG Bulletin, Vol. 66, No.8, pp. 1124-1149, 1982.
- [17] Barker C. E., "A comparison of vitrinite reflectance measurements made on whole-rock and dispersed organic matter concentrate mounts", Organic Geochemistry, Vol. 24, No. 2, pp. 251-256, 1996.
- [18] Barker C. E., "Implications for organic maturation studies of evidence for a geologically rapid increase and stabilization of vitrinite reflectance at peak temperature: Cerro Prieto geothermal system", Mexico, AAPG Bulletin, Vol. 75, No. 12, pp. 1852-1863, 1991.
- [19] Orbell G., "Geothermal gradient map", Oil Service Company of Iran, Drawing No. 327091, 1977.
- [20] Koop W.J., "Basement depth map", Oil Service Company of Iran, Drawing No. 32661, 1977.
- [21] Falvey D.A. & Middleton M.F., "Passive Continental Margins: Evidence for a Prebreakup Deep Crustal Metamorphic Subsidence Mechanism", Colloquium on Geology Of Continental Margins(C3), Oceanologica Acta, 4(Supplement), 103-114, 1981.